

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020020038035 A  
(43)Date of publication of application: 23.05.2002

(21)Application number: 1020000068080

(71)Applicant:

LG ELECTRONICS INC.

(22)Date of filing: 16.11.2000

(72)Inventor:

SHIN, JIN GUK

(51)Int. Cl. H05K 9 /00

(54) ELECTROMAGNETIC WAVE SHIELDING HEAT-SINK PLATE USING CARBON NANO TUBE

(57) Abstract:



PURPOSE: An electromagnetic wave shielding heat-sink plate using a carbon nano tube is provided to emit the heat generated from a device by forming a heat-sink plate as a carbon nano tube and prevent a malfunction by absorbing electromagnetic waves.

CONSTITUTION: A bucky paper is fabricated by a dispersion process and an alignment process. The dispersion process is performed by using an aqueous solution such as SDS(Sodium Dodecyl Sulfate) or LDS(Lithium Dodecyl Sulfate) or Triton-X.

Powder of carbon nano tube is mixed with the aqueous solution and the mixed solution is dispersed by a sonication process. A two-dimensional alignment method or a one-dimensional alignment method is used if necessary. The two-dimensional alignment method is performed by applying a spin coating method or a dip coating method. The one-dimensional alignment method is performed by applying an extrusion method or elongational flow method.

copyright KIPO 2002

Legal Status

Date of request for an examination (20050726)

Notification date of refusal decision (00000000)

Final disposal of an application (application)

Date of final disposal of an application (00000000)

Patent registration number ( )

Date of registration (00000000)

Number of opposition against the grant of a patent ( )

Date of opposition against the grant of a patent (00000000)

Number of trial against decision to refuse ( )

Date of requesting trial against decision to refuse ( )

# (19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H05K 9/00

(11) 공개번호 특2002-0038035

(43) 공개일자 2002년05월23일

(21) 출원번호 10-2000-0068080

(22) 출원일자 2000년11월16일

(71) 출원인 엘지전자주식회사  
구자홍  
서울시영등포구여의도동20번지

(72) 발명자 신진국  
서울특별시강남구일원본동711수서아파트118동207호

(71) 대리인 허용록

특허청구 : 없음

## (54) 탄소나노튜브를 이용한 전자파 차폐 방열판

### 요약

본 발명에 따른 탄소나노튜브를 이용한 전자파 차폐 방열판은, 소자에서 발생된 열을 외부로 방출하는 방열판에 있어서, 탄소나노튜브를 열 전달물질로 이용하여 방열판이 형성된다.

여기서, 방열판을 형성하는 탄소나노튜브는 버키 페이퍼(bucky paper) 형태로 구성되며 또한, 버키 페이퍼는 자기장을 이용하여 일차원적으로 정렬된 탄소나노튜브의 구조를 갖는다.

이와 같은 본 발명에 의하면, 탄소나노튜브를 이용하여 방열판을 형성함으로써, 소자에서 발생되는 열을 효과적으로 방출시킬 뿐만 아니라, 전자파를 차폐/흡수하여 전자기파에 의한 간섭 및 오동작을 방지할 수 있는 장점이 있다.

### 도면

#### 도 1

### 발명자

### 본 발명의 간단한 설명

도 1은 일반적인 탄소나노튜브를 이용하여 제조된 버키 페이퍼의 형태를 나타낸 도면.

도 2는 일반적인 자장을 이용하여 정렬된 탄소나노튜브 버키 페이퍼를 만드는 공정을 나타낸 도면.

도 3은 일반적인 음자 모드에 의한 열 전달을 설명하기 위한 개념적인 모델을 나타낸 도면.

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 소자에서 발생하는 열을 방출하는 방열판에 관한 것으로서, 특히 탄소나노튜브(CNT: Carbon NanoTube)를 이용하여 방열판을 형성함으로써, 소자에서 발생하는 열을 효과적으로 방출시킬 뿐만 아니라, 전자파를 차폐/흡수하여 전자파에 의한 간섭 및 오동작을 방지할 수 있는 탄소나노튜브를 이용한 전자파 차폐 방열판에 관한 것이다.

최근 인체에 대한 유해성으로 인하여 전자파에 대한 규제가 강화되고 있다. 전자파는 전기장과 자기장이 결합된 에너지 파로, 200MHz 이상에서의 전자파는 전기장의 역할이 지배적이므로 전기장의 차폐를 통해 전자파가 차단될 수 있지만, 200MHz 이하의 전자파에서는 전기장과 자기장이 함께 차폐되어야 한다.

상기 전자파를 차폐하는 전자파 차폐 및 흡수재는 구성 물질의 도전성, 즉 이동가능 전하의 보유정도에 따라 전자파를 투과, 반사 또는 흡수함으로써 차폐할 수 있다. 전자파 차폐 및 흡수재가 이동전하를 갖지 않는 경우, 전자파는 상기 차폐재를 투과하게 되고, 이동전하는 있으나 저항이 작아 주울(Joule) 열로 에너지가 소모되지 않는 경우에는 반사되며, 이동시 저항이 적당히 큰 경우는 전자파를 흡수한다.

현재 사용되는 전자파 차폐 및 흡수재는 금속을 이용하는 것으로, 금속을 이용한 전자파 차폐 및 흡수재는 다음과 같은 방법으로 제조되어 전자파를 반사 또는 차폐한다.

첫 번째는 금속입자 즉, 동 또는 은을 이용하여, 전자파를 차폐하기 위한 대상, 예를 들면 휴대폰 내면에 도포하는 방법이다. 두 번째는 플라스틱 또는 폴리머와 같은 매트릭스에 금속섬유를 분산시켜 사용하는 방법으로, 상기 금속섬유들이 그물망 구조를 이루어 전자파를 차폐하는 방법이다. 세 번째로는 금속박막 또는 금속후막에 의한 차폐법이 있다.

이때, 상기 금속섬유를 이용한 전자파 차폐 및 흡수재는 다음과 같은 문제점이 발생된다.

첫째, 상기 차폐재는 전자파를 단순히 반사 또는 차폐한다. 따라서, 상기 차폐재는 인체를 보호할 수는 있지만, 반사된 전자파는 다시 기기에 영향을 주어 기기의 오동작과 노이즈를 증가시킨다.

둘째, 매트릭스 내에 금속섬유의 그물망 구조를 얻기 위해 입경이 작고 길이가 긴 금속섬유가 요구되나, 입경이 작은 금속섬유는 제조 비용이 높고 쉽게 부러질 수 있다.

한편, 소자의 연산 속도의 고속화와 더불어 고집적화는 필연적으로 작은 크기의 소자를 요구하게 되었고, 이는 nano-electronic device라는 신조어를 낳았다. 이와 같은 나노 크기의 전자소자에서 소자의 냉각은 필연적인 기술이다.

일반적으로 반도체 소자의 수명은 온도가 10도 상승할 때마다 반으로 줄어드는 것으로 알려질 정도로 방열은 중요한 문제이다.

이에 따라, 해결 방안으로 제시된 것 중의 하나는, 다이아몬드 박막을 이용하여 다중 층의 방열판을 만든다는 것이다. 이는 다이아몬드가 탁월한 열 전달 특성과 전기적 절연성을 가지기 때문에 가능한 것이다.

다이아몬드의 열 전달은 주로 phonon mode(음자 모드)에 의해서 이루어진다. 즉, 탄소 원자들이 열적인 진동에 의해 열에너지가 전달되는 방식에 주로 의존하며 이는 조화 진동자 모델(harmonic oscillator model)로 볼 때, 같은 질량을 가지는 진동자가 가장 효율적으로 열을 전달할 수 있기 때문에, 단일 원자인 탄소만으로 이루어진 다이아몬드가 열 전달에 매우 유리한 것이다.

그러나, 다이아몬드 기판이 방열판으로써 실용화되기에는 비용적인 문제가 심각하여, 현재에는 아주 고가 소자나 특수 소자에서 일부 사용되고 있는 실정이다. 또한, 다이아몬드 박막은 그 특성상 전자기파에 대해서는 대부분의 전자기파를 투과하는 성질을 가지고 있으므로 전자파 차폐 흡수용으로는 적당하지 않은 단점이 있다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 여건을 감안하여 창출된 것으로서, 탄소나노튜브를 이용하여 방열판을 형성함으로써, 소자에서 발생하는 열을 효과적으로 방출시킬 뿐만 아니라, 전자파를 차폐/흡수하여 전자기파에 의한 간섭 및 오동작을 방지할 수 있는 탄소나노튜브를 이용한 전자파 차폐 방열판을 제공함에 그 목적이 있다.

#### 발명의 구성 및 작용

상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 이용한 전자파 차폐 방열판은, 소자에서 발생된 열을 외부로 방출하는 방열판에 있어서, 탄소나노튜브를 열 전달물질로 이용하여 방열판이 형성된 점에 그 특징이 있다.

여기서, 상기 방열판을 형성하는 탄소나노튜브는 버키 페이퍼(bucky paper) 형태로 구성되는 점에 그 특징이 있다.

또한, 상기 버키 페이퍼는 자기장을 이용하여 일차원적으로 정렬된 탄소나노튜브의 구조를 갖는 점에 그 특징이 있다.

또한, 상기 방열판은 2차원적인 버키 페이퍼를 이용할 수도 있으며, 3차원적으로 연결된 버키 블록을 이용할 수도 있다.

이와 같은 본 발명에 의하면, 탄소나노튜브를 이용하여 방열판을 형성함으로써, 소자에서 발생하는 열을 효과적으로 방출시킬 뿐만 아니라, 전자파를 차폐/흡수하여 전자기파에 의한 간섭 및 오동작을 방지할 수 있는 장점이 있다.

이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시 예를 상세히 설명한다.

도 1은 일반적인 탄소나노튜브를 이용하여 제조된 버키 페이퍼(bucky paper)의 형태를 나타낸 도면이다.

버키 페이퍼 제조는 크게 분산(dispersion)과 정렬(alignment)의 두 단계로 나뉘어진다. 분산은 SDS(Sodium Dodecyl Sulfate), LDS(Lithium Dodecyl Sulfate) 등의 수용액이나 Triton-X를 주로 사용한다. 이 수용액에 탄소나노튜브 분말을 섞은 후, 초음파 처리(sonication)를 통하여 분산시킨다.

그리고, 도 1에 나타낸 바와 같이, 필요에 따라 2차원적으로 또는 일차원적으로 정렬시킨다. 이때, 2차원적인 정렬 방법은 스핀 코팅(spin coating)이나 딥 코팅(dip coating)을 응용하는 방법이 있다. 그리고, 일차원적인 정렬 방법은 extrusion이나 elongational flow를 이용하는 방법, 자기장을 이용하는 방법 또는 stretch drying 등의 방법이 있다.

도 2는 일반적인 자기장을 이용하여 정렬된 탄소나노튜브 버키 페이퍼를 만드는 공정을 나타낸 도면이다.

도 2에 나타낸 바와 같이 자기장이 걸린 상태에서 탄소나노튜브 서스펜션 (CNT suspension)을 흘려 줌으로써, 원하는 방향으로 정렬된 탄소나노튜브 버키 페이퍼를 만들 수 있다.

한편, 폴리머에 도전성을 가지는 재료를 섞거나 코팅하여, 정전기 방지 목적으로 사용하는 예는 많이 있으며, 탄소나노튜브를 이와 같이 응용하는 경우에 다음과 같은 다양한 장점이 있다.

1. 극히 소량의 첨가로도 탄소나노튜브의 상호 연결이 가능하므로 비용이 많이 발생되지 않는다.
2. 극소량의 첨가로도 원하는 물성을 얻을 수 있으므로 기존의 제조 공정을 큰 변화없이 그대로 이용할 수 있다.
3. 첨가하는 탄소나노튜브의 배합비 조절을 통하여 원하는 물성을 디자인할 수 있다.

4. 폴리머 자체의 기계적 강도가 증진된다.
5. 전자과 차폐 능력 저하 현상이 발생되지 않는다. 금속 섬유의 경우에는 표면층의 쉽게 산화되어 산화물을 형성하므로 기계적인 강도 저하와 EMI 차폐 능력 저하가 나타난다. 그러나, 화학적으로 안정한 탄소나노튜브를 사용하면 표면과 계면이 안정하므로 이러한 문제는 발생되지 않는다.
6. 폴리머와의 친화력이 뛰어나다. 카본을 기본으로 하는 폴리머와 탄소나노튜브는 화학적 친화력이 뛰어나므로 박리나, 섬유의 분리 등이 발생되지 않는다.
7. 환경 친화적이며 자원 절약적이다. 금속 섬유의 경우에는 금속 자원의 낭비가 심하고, 회수 및 재활용시 비용이 소모되나, 카본은 자연계에서 순환하는 물질이므로 특별한 재처리가 필요없다.
8. 극소량 첨가로 인해 제품 외관상의 변화가 없다. 제품의 성능뿐 아니라 제품의 디자인이나 외관도 제품의 경쟁력 제고에 큰 영향을 미치는 요소이다. 금속 섬유의 경우에는 많은 양이 첨가되어 제품의 표면 상태나 외관에 악 영향을 미친다. 그러나, 극소량이 첨가된 탄소나노튜브의 경우에는 제품 미관에 영향을 미치지 않는다.

한편, 탄소나노튜브의 열전도도는 2500~2980 W/mK의 높은 값을 가지며, 표 1에 나타난 일반적인 재료들에 비해 월등히 높은 값을 가진다. 이는 열전달의 음자 모드(phonon mode)를 설명하는 조화 진동자 모드를 통해 쉽게 설명할 수 있다.

표 1

물질	열전도도 : k(W/mK)
Stainless Steel	14
Silver	428
Copper	401
Aluminum	235
Diamond Thin Film	1000 ~ 1500
Carbon Nanotube	2500

그리고, 도 3은 일반적인 음자 모드에 의한 열 전달을 설명하기 위한 개념적인 모델을 나타낸 도면이다.

음자를 통하여 열전달이 이루어질 경우, 이는 원자의 진동 전달에 의해 열 전달이 이루어지는 것이다(결국 열이란 근본적으로는 물질의 진동이다). 이때, 도 3에 나타난 바와 같이, 열 전달을 하는 원자들의 질량차이가 크면 제대로 열이 전달되지 않고, 두 열 전달자 사이의 질량이 같을 때 가장 높은 진동주파수를 가져 열 전달이 가장 효율적으로 이루어진다.

또한, 두 열 전달자 사이의 힘 상수(스프링 상수)가 클 때, 가장 효율적인 열 전달이 이루어진다. 이러한 이유로 다이아몬드의 열 전달 특성이 우수한 것이며 탄소나노튜브도 이러한 이유로 매우 우수한 열 전달 특성을 가진다.

더욱이, 탄소나노튜브의 경우에는 다이아몬드의  $sp^3$  혼성 결합보다 더 결합력이 세고, 힘 상수 값이 큰  $sp^2$  결합으로 이루어져 있어 다이아몬드보다 더 우수한 열 전달 특성을 보인다.

한편, 이러한 탄소나노튜브를 이용하여 제조된 버키 페이퍼는 기존의 패키징이 된 소자에 적용할 수 있다. 예컨대, 적당한 soft solder를 이용하면 강한 접착력으로 기존의 패키징된 소자에 쉽게 부착이 가능하므로 응용범위도 다양하며, 공랭 특성도 다이아몬드 박막보다 유리하다.

그리고, 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 이용한 전자과 차폐 방열판을 이용하면, 소자의 방열과 전자과 차폐의 두 가지 효과를 거둘 수 있으며, 특히 나노미터 크기의 작은 소자들에 적용하기 쉬운 방열판을 만들 수 있다.

발명의 효과

이상의 설명에서와 같이, 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 이용한 전자파 차폐 방열판에 의하면, 탄소나노튜브를 이용하여 방열판을 형성함으로써, 소자에서 발생하는 열을 효과적으로 방출시킬 뿐만 아니라, 전자파를 차폐/흡수하여 전자기파에 의한 간섭 및 오동작을 방지할 수 있는 장점이 있다.

또한, 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 이용한 전자파 차폐 방열판에 의하면, 나노미터 크기의 작은 소자들에 적용하기 쉬운 방열판을 만들 수 있다.

(77) 청구의 범위

청구항 1.

소자에서 발생된 열을 외부로 방출하는 방열판에 있어서,

탄소나노튜브를 열 전달물질로 이용하여 방열판이 형성된 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 전자파 차폐 방열판.

청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 방열판을 형성하는 탄소나노튜브는 버키 페이퍼(bucky paper) 형태로 구성되는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 전자파 차폐 방열판.

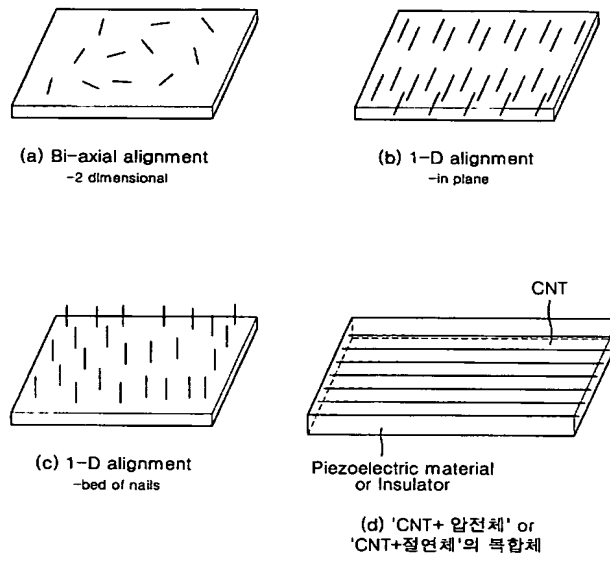
청구항 3.

제 2항에 있어서,

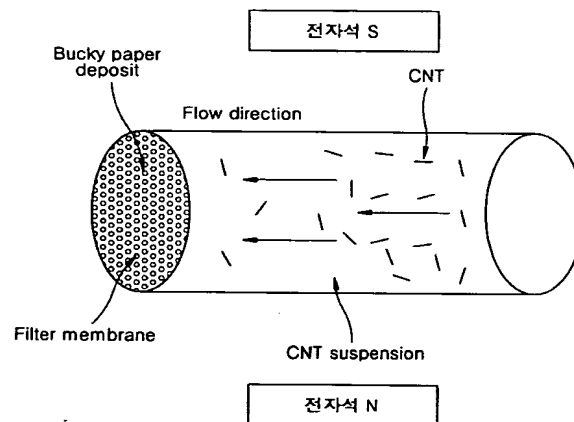
상기 버키 페이퍼는 자기장을 이용하여 일차원적으로 정렬된 탄소나노튜브의 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 전자파 차폐 방열판.

도면

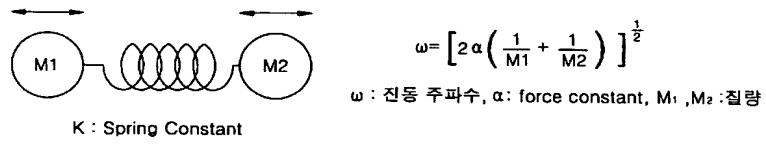
도면 1



도면 2



도면 3



(a)

Bond	Bond Energy (kcal (kj))	Stretching freq. (cm <sup>-1</sup> )
C-C	83(350)	1200
C=C	146(611)	1660
C≡C	200(840)	2200

(b)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**